

**MANUFACTURE OF MULTIPLE LIGHT SOURCE FORMATION REFLECTION MIRROR AND OPTICAL DEVICE USING THE REFLECTION MIRROR**

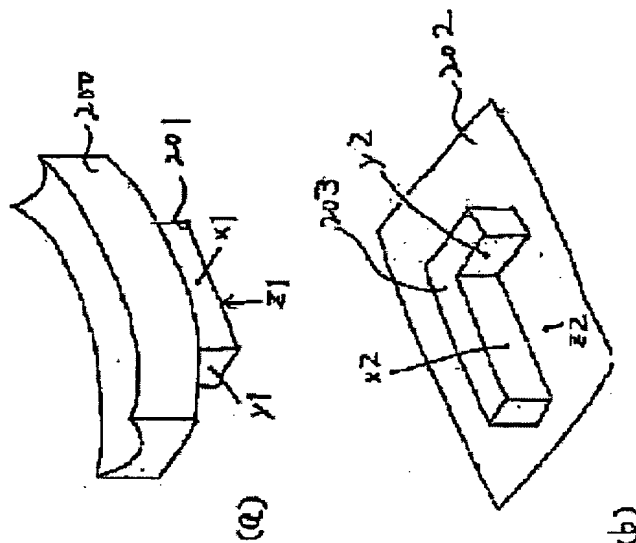
**Patent number:** JP2000098114  
**Publication date:** 2000-04-07  
**Inventor:** KOBAYASHI TERUNORI; SHIBATA NORIO; SHINADA KUNINORI; TAKINO HIDEO  
**Applicant:** NIPPON KOGAKU KK  
**Classification:**  
- international: G03F7/20; G03F7/20; (IPC1-7): G02B5/10; B24B13/00; G02B17/00; G03F7/20; H01L21/027  
- european: G03F7/20T14  
**Application number:** JP19980268756 19980922  
**Priority number(s):** JP19980268756 19980922

Report a data error here

**Abstract of JP2000098114**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To accurately assemble a basic reflection mirror at a low cost by forming a reference surface on a base plate material on which the basic reflection mirror is assembled and joining a reference surface formed on the rear side of each basic reflection mirror and the reference surface formed on the base plate material so as to assemble the basic reflection mirror.

**SOLUTION:** On the rear side of the formed basic reflection mirror 200, the reference surfaces  $x_1$  and  $y_1$  for positioning in a horizontal direction and the reference surface  $z_1$  for positioning in the height direction are formed. A block 203 equipped with reference surfaces  $x_2$ ,  $y_2$  and  $z_2$  corresponding to the surfaces  $x_1$ ,  $y_1$  and  $z_1$  is installed on the base plate 202 as a base on which the mirror 200 is assembled. And, by combining many mirrors so that the reference surfaces  $x_1$ ,  $y_1$  and  $z_1$  installed on an elementary optical element may tightly stick to the reference surfaces  $x_2$ ,  $y_2$  and  $z_2$  of the block 203 to which the elementary optical element is assembled, the combination of regularly and accurately positioned basic reflection mirrors 200 is obtained.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-098114

(43)Date of publication of application : 07.04.2000

(51)Int.Cl.

G02B 5/10

B24B 13/00

G02B 17/00

G03F 7/20

H01L 21/027

(21)Application number : 10-268756

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 22.09.1998

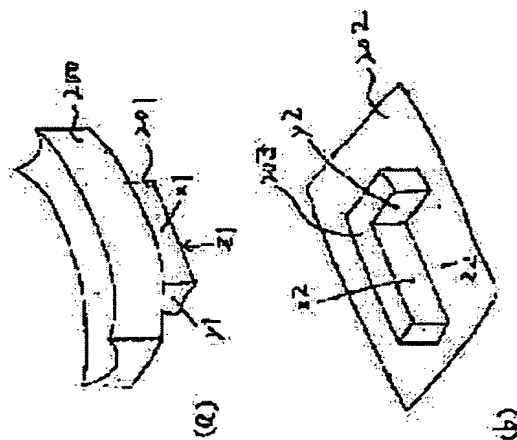
(72)Inventor : KOBAYASHI TERUNORI  
SHIBATA NORIO  
SHINADA KUNINORI  
TAKINO HIDEO

## (54) MANUFACTURE OF MULTIPLE LIGHT SOURCE FORMATION REFLECTION MIRROR AND OPTICAL DEVICE USING THE REFLECTION MIRROR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately assemble a basic reflection mirror at a low cost by forming a reference surface on a base plate material on which the basic reflection mirror is assembled and joining a reference surface formed on the rear side of each basic reflection mirror and the reference surface formed on the base plate material so as to assemble the basic reflection mirror.

SOLUTION: On the rear side of the formed basic reflection mirror 200, the reference surfaces x1 and y1 for positioning in a horizontal direction and the reference surface z1 for positioning in the height direction are formed. A block 203 equipped with reference surfaces x2, y2 and z2 corresponding to the surfaces x1, y1 and z1 is installed on the base plate 202 as a base on which the mirror 200 is assembled. And, by combining many mirrors so that the reference surfaces x1, y1 and z1 installed on an elementary optical element may tightly stick to the reference surfaces x2, y2 and z2 of the block 203 to which the elementary optical element is assembled, the combination of regularly and accurately positioned basic reflection mirrors 200 is obtained.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-98114  
(P2000-98114A)

(43) 公開日 平成12年4月7日 (2000. 4. 7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 5/10		G 0 2 B 5/10	C 2 H 0 4 2
B 2 4 B 13/00		B 2 4 B 13/00	2 H 0 8 7
G 0 2 B 17/00		G 0 2 B 17/00	Z 3 C 0 4 9
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1 5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-268756

(22) 出願日 平成10年9月22日 (1998. 9. 22)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 小林 輝紀

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 柴田 規夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 品田 邦典

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

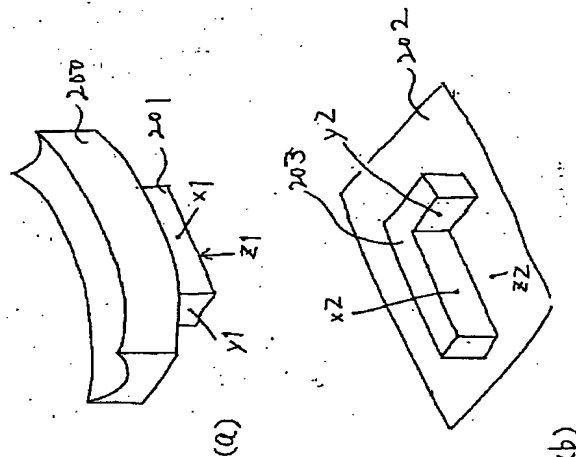
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多光源形成反射鏡の製造方法及び該反射鏡を用いた光学装置

(57) 【要約】

【解決すべき課題】 所定の面形状を繰り返し配列してなる、多光源形成反射鏡を製造する場合、所定の形状を有する基本反射鏡（要素反射素子）を個々に形成しても、それらを組み合わせて多光源形成反射鏡に仕上げる手段が無かった。それによって、スルーブットの良い、反射型の投影露光系を用いた半導体露光装置を実現することが出来なかった。本発明は、光利用効率の良い、多光源形成反射鏡を精度良く、安価に製造し、それによって、スルーブットの良い半導体露光装置を提供することを目的にする。

【解決手段】 基本反射鏡の裏面に調整部材を設け、多光源形成反射鏡の基盤に基準部材を設けて組み合わせるだけで形成できるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】所定の曲面の一部を面形状とする基本反射面を繰り返し配置してなる多光源形成反射鏡の製造方法であって、表面は所定の面形状を有し、且つ表面粗さが所定の値以下である基本反射面を有し、裏面は位置合わせの用の基準面を有する、小さな基本反射鏡を複数個作成する工程と、基本反射鏡を組み上げる基盤材に基準面を形成する工程と、各基本反射鏡の裏面に形成された基準面と、基盤材に形成された基準面を合わせることによって基本反射鏡を組み上げる工程と、を有することを特徴とした多光源形成反射鏡の製造方法。

【請求項2】複数の反射鏡からなる反射型照明装置であって、請求項1に記載の製造方法によって製造された多光源形成反射鏡を有することを特徴とする反射型照明装置。

【請求項3】光源、マスクを保持して移動するマスクステージ、該マスクを照明する照明装置、該マスク上ののパターンをウェハ上に投影する投影光学装置、ウェハを保持して移動させるウェハステージを有する半導体露光装置であって、請求項2記載の反射型照明装置を有し、該反射型照明装置の多光源形成反射鏡が有する基本反射面は前記投影光学装置の光学視野と相似形であることを特徴とする半導体露光装置。

【請求項4】請求項3記載の半導体露光装置であって、該投影光学装置が複数の反射鏡からなる反射型投影光学装置であり、かつ該投影光学装置の光学視野が円弧状であることを特徴とする半導体露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射鏡の製造方法及び半導体製造装置に関するものであり、特に、微小な基本反射面の繰り返し配列により構成される反射面を有する反射鏡の製造方法、反射型照明装置、更にはその照明装置を用いた半導体露光装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】現在、DRAMやMCP等の半導体デバイスの製造においては、最小線幅をより狭くする開発研究が盛んに行われており、デザインルール0.13 $\mu\text{m}$ (4G・DRAM相当)、0.1 $\mu\text{m}$ (16G・DRAM相当)、更には0.07 $\mu\text{m}$ (32G・DRAM相当)の実現に向けて種々の技術が開発されている。この最小線幅の問題と切っても切れない関係を有するのが、露光時に生じる光の回折現象であり、これに起因する、像や集光点のボケが必要な最小線幅を実現する時の最大の問題点である。この回折現象の影響を押さえるためには露光光学系の開口数(N.A.: Numerical aperture)を大きくする必要があり、光学系の大口径化と波長の短波長化が開発のポイントになっている。ところが、光の波長が短くなると、特に200nm以下になると、加工が容易で、光吸収の少ない光学材料が見当たらなくなっ

る。そこで、透過光学系を捨てて、反射光学系による投影光学系の開発がなされており、相当な成果を上げている。その中に、複数の反射鏡の組み合わせによって、軟X線に対して円弧状の光学視野(露光領域として使用出来る領域)を実現し、マスクとウェハを投影縮小率比の相対速度で、互いに同期して移動させることによってチップ全体を露光しようとする方法がある。(例えば、Koichiro Hoh and Hiroshi Tanino; "Feasibility Study on the Extreme UV/Soft X-ray Projection-type Lithography", Bulletin of the Electrotechnical Laboratory Vol. 49, No.12, P.983-990, 1985、を参照

；以後、参考文献1と記す)。ところで、最小線幅と並んで上記の様な半導体デバイス製造にとって重要な要素にいわゆるスループットがある。このスループットに関与する要因としては、光源の発光強度、照明系の効率、反射系に使用する反射鏡の反射率、ウェハ上の感光材料・レジストの感度等がある。現在、光源としては、ArFレーザー、F<sub>2</sub>レーザー、更に短波長光の光源としてシンクロトロン放射光やレーザープラズマ光が開発されており、反射鏡に関しても、反射率を上げる多層膜からなる反射鏡の開発も急ピッチで行われ、実用化のレベルに近い(詳細は前述の参考文献1、及び、Andrew M. Hawryluk et al; "Soft x-ray beamsplitters and highly dispersive multilayer mirrors for use as soft x-ray laser cavity component", SPIE Vol. 688 Multilayer Structure and Laboratory X-ray Laser Research (1986) P.81-90及び、特開昭 63-312640を参照；以後、参考文献2と記す)。さて、照明系の技術開発であるが、要求される、一様照明性や開口数を実現する技術に関しては、例えば特開昭60-232552号公報に矩形形状の照明領域を対象とした技術が提案されている。しかし、上記投影系の様に投影光学系の視野が円弧上である場合、照明視野が矩形形状では光の利用効率が悪く、どうしても露光時間を短縮出来ず、従って、スループットが上がらなかった。最近、この問題を解決する方法として、投影光学系の有する光学視野に合わせて照明視野を設定し、これによって照明効率を上げ、スループットの問題を解決する方法が特願平10-047400に提案されている。この技術を図6を基に簡単に説明する。図6は投影露光装置の概要図であり、光源1より出た光は提案になる多光源形成反射鏡2、コンデンサー光学素子3及び反射鏡4を経てマスクステージ5s上に保持されたマスク5を照明する。マスク5には、ウェハステージ7s上に保持されたウェハ上に描くべきパターンが反射体図形として形成されている。マスク上のパターンは2、3、4からなる反射型照明光学装置によって照明され、6a、6b、6c、6dからなる投影光学装置6を通じてウェハ7上に投影される。この時投影光学装置の光学視野は製作すべきデバイスチップ全体をカバー出来るほど広くはなく、マスク5

とウェハ7を同期させて相対的に移動(スキャン)させながら露光を行うことによってチップ全体のパターンをウェハ上に形成する。このために、ステージの移動量を制御する、レーザー干渉距離計を含むマスクステージコントローラ8とウェハステージコントローラ9が備わっている。(このスキャンを伴う露光方式に関しては先の参考文献1を参照)。この際のポイントは、多光源形成反射鏡2をひとつ又は複数の微小な基本反射面の繰り返し配列により反射鏡を構成することであり、その基本反射面の外形状を投影光学装置の光学視野形状と相似形にすることである。これによって位置P2に多数の点光源像Iがほぼ円形状に形成され、これがコンデンサ光学素子によって必要な照明視野を形成する。上記のような技術を用いると、マスク上の照明すべき領域を無駄なく一様に照明出来、露光時間の短縮が可能になって、高いスループットを有する半導体露光装置の実現が可能になる。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記の様な、円弧状の照明視野を有する反射型照明光学装置用の多光源形成反射鏡、及びその基本反射面を実際に設計した結果を図7、8を用いて説明する。図7(a)に示すように、この多光源形成鏡は、3種類の基本反射面(A1、B1、C1)から構成されている。すなわち、図7(a)の多光源形成反射鏡の各列は、各基本反射面がA1、B1、C1、…の順に配列されている。図8(a)、(b)、(c)には、各基本反射面の形状を示す。これらの図に示すように各基本反射面は、曲率半径Rの凹の球面41に、図7(b)に示すようなYZ面に平行な円弧状帯(平均半径がZhの円の円弧状帯)を投影した形状になっている。この時投影する円弧の円の中心を球面の中心軸に合わせた場合の投影像がA1であり、円弧の中心を球面の軸に垂直にYhだけずらせた場合の投影像がB1、C1である。この投影像形状を切り出して基本反射面とする。いずれも、ほぼ円弧状になる。少なくともX方向より見れば完全な円弧状である。そしてB1、C1をそれぞれY軸方向に平行移動してA1と組み合わせていく。このようにして出来た反射鏡に例えばX方向より平行光線を入射させるとA1による点像が球面41の焦点に、B1による点像が焦点よりYhだけ横ずれして、C1による点像が焦点より-Yhだけ横ずれして形成される。ここで、例えば、基本反射面の、好適な実用的な設計解としては、凹球面の曲率半径Rは160~200mm、Zhは4.5~5.5mm、円弧の幅(円弧状帯の幅)は0.3~2mm、円弧の長さは4.5~5.5mm、Yhは約2.3~2.7mmとなり、更に表面粗さがRms<0.3nmである。

【0004】ところで、この様な多光源形成反射鏡を加工する場合、その表面粗さの観点や面形状の加工精度から考えて、まず、被加工物を第1の所定の曲面に仕上げ

ておき、その曲面の所定の位置より基本反射面を切り出している。例えば、基板用の被加工物に、アルミ合金を用い、図1に示すように、被加工物113をワークホルダ114に保持して回転させ、バイトホルダ111によって保持されたダイヤモンドバイト112を使ったNC切削加工機により第1の所定の曲面に形状創成する。この後加工面を図2に示すように、被加工物をワークホルダ115に保持して回転させ、研磨皿116に貼り付けられたポリシャ117を揺動軸を揺動させて研磨することによって必要となる表面粗さRms<0.3nmを満足させる。次に、本被加工物の一部を図3に示すようなワイヤ放電加工機により切り出し、これを張り合わせることによって、図7のような複雑な形状を基本反射面を有する多光源形成反射鏡を加工することができる。

【0005】しかしながら、この基本反射鏡を組み上げる工程は実際に光を照射して、ウェハ位置に置かれた撮像素子上に照明視野を形成せしめ、この像をCRT上で観察しながら1つつ基本反射鏡を調節していた。このために調整に膨大な時間と手間が掛かり、従ってコスト高の大きな要因になっていた。又、人の目を介して行う作業なので調整のばらつきを避けることが出来ず、性能も一定していなかった。

【0006】そこで、本発明はこのような課題を解決するべく考案したものであり、設計通りの反射面形状を有する多光源形成反射鏡を歩留まり良く製造できる製造方法を提供することを第1の目的にし、更には、よりスループットの高い半導体露光装置を得ることを第2の目的にしている。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明では、第1の手段として、所定の曲面の一部を面形状とする基本反射面を繰り返し配置してなる多光源形成反射鏡を造る場合に、表面は所定の面形状を有し、且つ表面粗さが所定の値以下である基本反射面を有し、裏面は位置合わせの用の基準面を有する、小さな基本反射鏡を複数個作成する工程と、基本反射鏡を組み上げる基盤材に基準面を形成する工程と、各基本反射鏡の裏面に形成された基準面と、基盤材に形成された基準面を合わせることによって基本反射鏡を組み上げる工程と、を有するようにした。これによって人手をあまり介さずに、正確に、低コストで基本反射鏡を組み上げられるので精度の良い、安価な多光源形成反射鏡が得られる。

【0008】第2の手段として、複数の反射鏡からなる反射型照明装置に上記第1の手段によって製造された多光源形成反射鏡を有するようにした。これによって、反射型照明装置の光利用効率が良くなり、コストも低減される。第3の手段として、光源、マスクを保持して移動するマスクステージ、該マスクを照明する照明装置、該マスク上のパターンをウェハ上に投影する投影光学装

置、ウェハを保持して移動させるウェハステージを有する半導体露光装置に、上記第2の手段で得られた反射型照明装置を用い、その反射型照明装置の多光源形成反射鏡が有する基本反射面が前記投影光学装置の光学視野と相似形であるようにした。これによって、露光装置として、照明系と投影系の光学視野を合わせる事が出来、従って、光利用効率が各段に向上してスルーブットの高い半導体露光装置が得られる。

【0009】第4の手段として、第3の手段で得られる半導体露光装置に、投影光学装置が複数の反射鏡からなる反射型投影光学装置を用い、かつ投影光学装置の光学視野が円弧状であるようにした。これによって、157nmの波長を有するF2レーザーや軟X線を利用する半導体露光装置が得られる。なお、円弧状の投影系視野の利用は、少ない反射鏡数で、広い視野が得られることによっている。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明では、上記の様な多光源形成反射鏡を製作する場合、ひとつの基板上に一体的に基本反射面を順次機械的に形成し、その後で各々の基本反射面の形状や表面粗さを修正する方法には性能に限度があること、また時間と手間がかかるため製作費用に関してもマイナスが大きいことを考慮して、先ず各々の基本反射面を設計値通り製作し、しかる後にそれらを正確に、安価に組み合わせる方がより高性能な多光源形成反射鏡を、安価に得られる、という考えに立脚している。

【0011】

【実施例】本発明の実施例を、図面を用いて説明する。ここで、例えば、基本反射面の、切り出すべき凹球面の曲率半径Rは180mm、Zhは5.0mm、円弧の幅（円弧状帯の幅）は1.0mm、円弧の長さは5.0mm、Yhは約2.5mmの場合を例にとる。基本反射面を有する小さな基本反射鏡の製作には前述のような方法が適用可能である。ここに、再度記す。基板用の被加工物にはアルミ合金に、無電解ニッケルをメッキしたものをを用いた。無電解ニッケルメッキは厚さが50ミクロン以下（加工後の値として）、これによって、アルミ合金では得られない表面粗さが数が得られる、という効果を有している。まず、曲率半径180mmの凹形状の球面被加工物を、図1に示すようにダイヤモンドバイトを使ったNC切削加工機により高精度に形状創成し、この後加工面を図2に示すように研磨することによって必要となる表面粗さRrms<0.3nmを満足させる。

【0012】次に、本被加工物の一部を図3に示すようなワイヤ放電加工機により切り出す。もしくはフライス加工により切り出しても良い。形成された基本反射鏡の裏面に、図4(a)に示す様な、水平に位置決めを行う基準面x1、y1、高さ方向の位置決めを行うための基準面z1を形成する。形成する方法としては、反射鏡をNCステージ付きのフライス旋盤に取り付け、反射鏡の

反射光が所定の位置になるようにNCステージを調節し、この状態で反射鏡の裏面の基準面をフライス等で仕上げる。一方、この基本反射鏡が組み込まれるベースとなる基盤には図4(b)に示すようにx1、y1、z1に対応する基準面x2、y2、z2を有するブロックが設置されている。なお、このブロックは基本反射鏡を設置する基盤上に、ミラーの設置間隔に合わせて高精度に加工されている。そして要素光学素子に設けた基準面x1、y1、z1と、この要素光学素子が組み込まれるブロックの基準面x2、y2、z2を密着するように多数個組み合わせることで、図5に示すように規則正しく正確に位置決めされた基本反射鏡の組み合わせにより、高精度で、安価な多光源形成反射鏡の製造が可能になる。

図5には2×4列の組み合わせのみを示しているが、この方法で多数の基本反射鏡を基準面を基に並べて設置することで図7に示すような多光源形成反射鏡の製作が可能となった。

【0013】尚、このように加工した面に対して、反射率を上げるために、F2レーザーを光源に使用する時のために、アルミニウム薄膜を約100nmの厚さに蒸着によって形成し、さらにその上に同一真空層内にて酸化防止と反射率の維持の観点よりMgF2を数十nmの厚さに蒸着により形成した。また、軟X線領域の光（電磁波）を使用する時のためには、SiとMoの多層膜による反射鏡（前述の参考文献、1、2を参照）を形成した。

【0014】上記多光源形成反射鏡を半導体露光装置に組み込むには、図6のように構成すれば良い。

【0015】

【発明の効果】上述のように、本発明によって提供される加工方法により、多数の基本反射面からなる複雑形状の光学素子を高精度かつ高い加工効率で製造できる。また本製造方法により得られた光学素子は、半導体デバイス製造装置用の照明装置に好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の研削図

【図2】本発明の実施例の研磨図

【図3】本発明の実施例の切り出し法

【図4】本発明に係る光学素子の組み合わせ調整部材

【図5】本発明に係る光学素子の組み合わせ調整法

【図6】本発明に係る投影光学系

【図7】本発明に係る多光源形成反射鏡

【図8】本発明に係る基本反射面の形状

【符号の説明】

1 . . . . . 光源

2 . . . . . 多光源形成反射鏡

3 . . . . . コンデンサー光学系

4 . . . . . 反射鏡

5 . . . . . マスク、

5 s . . . . . マ

スクステージ

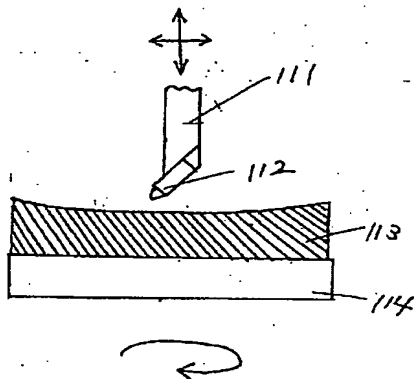


(5)

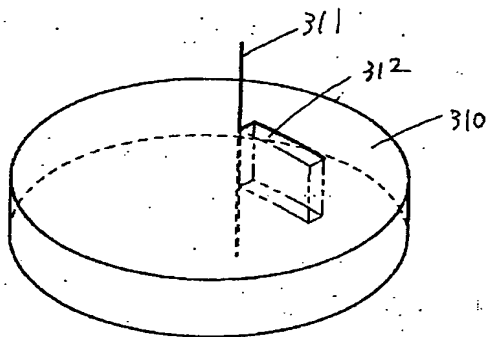
特開2000-98114

6	投影光学装置
7	ウェハ、 エハステージ
7 s	ウ
8	マスクステージコントローラ
9	ウェハステージコントローラ
41	基本反射面を切り出す母体となる凹球面
111	バイトホルダ
112	ダイヤモンドバイト
113	被加工物
114	ワークホルダ
115	ワークホルダ

【図1】

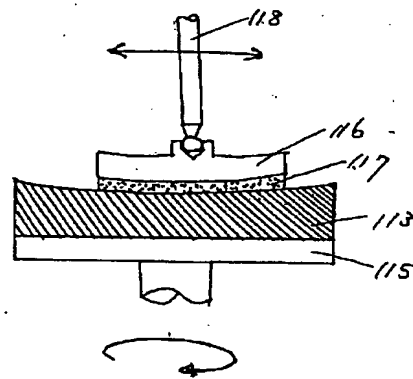


【図3】

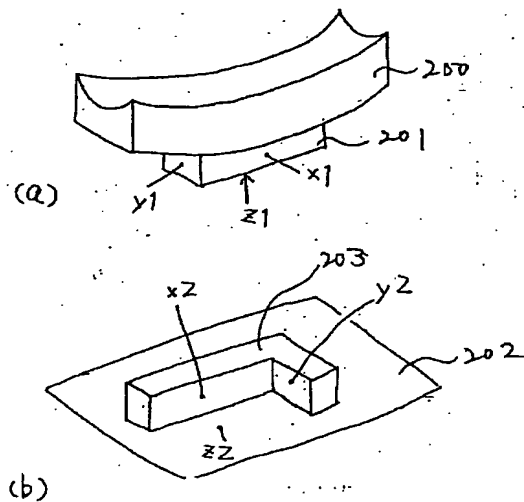


* 116	研磨皿
117	ポリシャ
118	揺動軸
200	基本反射鏡
201	調整部材
202	多光源形成反射鏡の基盤
203	基準部材
310	被加工物
311	放電ワイヤ
10 312	基本反射面
313	フライスカッタ
* A1、B1、C1	基本反射面

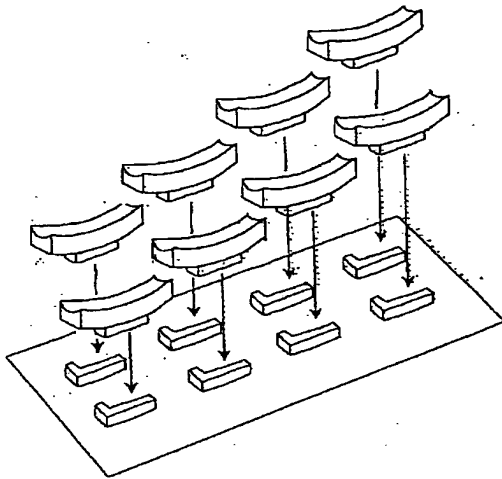
【図2】



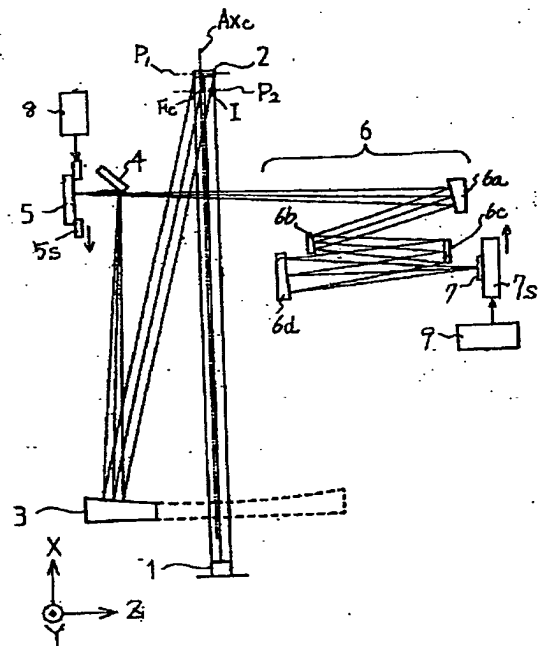
【図4】



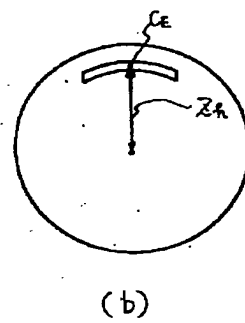
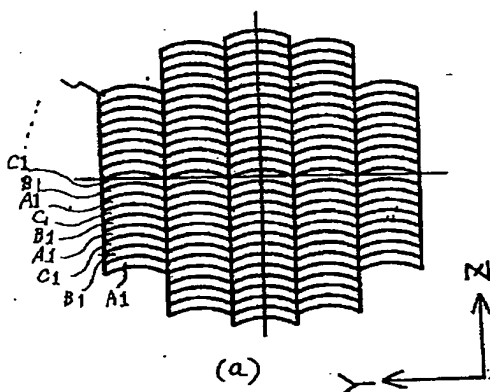
【図5】



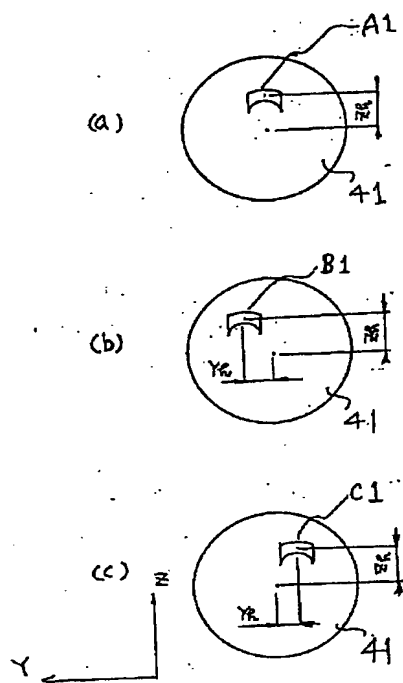
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/30

テーマコード (参考)

5 1 7

(72)発明者 瀧野 日出雄  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内

F ターム (参考) 2H042 DA01 DA02 DA10 DA18 DC02  
DC09 DC10 DD01 DD08 DE07  
2H087 KA21 NA04 NA05 TA00 TA02  
3C049 AA04 AA09 AA11 AA12 AA19  
AB04 CA01 CA04 CB03 CB04  
5F046 AA05 AA07 AA08 BA05 CA04  
CA08 CB03 CB23 CB24 DB05  
DC05 DC12

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**